

K06-163512M/AT
NGB.323



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Terutaka Tamaizumi et al.

Serial No.: 10/695,995

Group Art Unit: Unknown

Filing Date: October 30, 2003

Examiner: Unknown

For: ELECTRIC POWER STEERING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING
THE SAME

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2003-082978 filed on March 25, 2003 and Japanese Application Number 2002-317912 filed on October 31, 2002, upon which application the claim for priority is based. Acknowledgment of receipt is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Sean M. McGinn
Registration No. 34,386

Date: 1/28/04
McGinn & Gibb, PLLC
Intellectual Property Law
8321 Old Courthouse Road, Suite 200
Vienna, VA 22182-3817
(703) 761-4100
Customer No. 21254

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 5 日
Date of Application:

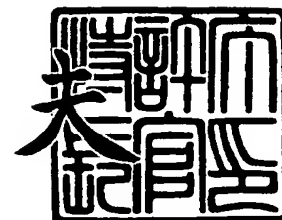
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 2 9 7 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 8 2 9 7 8]

出 願 人 光 洋 精 工 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 3 8 8 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 105373

【提出日】 平成15年 3月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 5/04
B62D 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 玉泉 晴天

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 冷水 由信

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 青野 慎也

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 西山 明宏

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 高松 孝修

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 喜多 政之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号光洋精工株式会社内

【氏名】 山内 知行

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代表者】 ▲吉▼田 紘司

【代理人】

【識別番号】 100095429

【弁理士】

【氏名又は名称】 根本 進

【電話番号】 06(6949)0035

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-317912

【出願日】 平成14年10月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004916

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810773

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 操舵補助力を発生するモータと、
操舵トルクを求める手段と、
そのモータの回転角速度を求める手段と、
その求めた操舵トルクとモータ回転角速度に基づいて、その操舵トルクの変化加速度にゲインを乗じた値とそのモータの回転角加速度との和に対応する操舵角加速度対応値を求める手段と、
そのゲインを調整する手段と、
操舵に及ぼす慣性の影響を補償するように予め定められたモータ出力補正值と前記操舵角加速度対応値との間の関係を記憶する手段と、
その求めた操舵角加速度対応値と記憶した関係に基づいて求められるモータ出力補正值に応じて操舵補助力が補正されるように、そのモータを制御する手段とを備えることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】 前記モータ出力補正值の大きさの増加率は前記操舵角加速度対応値の大きさが大きい範囲では小さい範囲よりも大きくされている請求項 1 に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、操舵補助力をモータにより付与する電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

操舵補助力をモータにより付与する電動パワーステアリング装置においては、操舵トルクや車速等の運転条件に応じて操舵補助力を変化させている。しかし、操舵補助力を運転条件に応じて変化させただけでは、そのモータを含む操舵系における可動部の慣性の影響により操舵速度の変化時に操舵フィーリングが低下して

しまう。そのため、モータの端子間電圧、電流、抵抗、逆起電圧定数からモータの回転角速度を求め、その求めた回転角速度から演算された回転角加速度に応じて操舵に対する慣性の影響を補償するようにモータ出力を補正することが行われている。しかし、実際の操舵によるステアリングホイールの回転角加速度に対して、その求めたモータの回転角加速度が遅れ、慣性の影響を本来補償すべきタイミングで補償できずに操舵が重くなってしまう。

【0003】

そこで、その慣性の影響を補償するために、モータ回転角加速度に代えて、操舵トルクの変化加速度とモータの回転角加速度との和に対応するステアリングホイールの角加速度に応じて補償することが提案されている（特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特許第2694213号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、操舵方向の反転を高速で行った場合、上記従来技術でも慣性の影響を本来補償すべきタイミングで正確に補償できず操舵フィーリングが低下するという問題がある。

本発明は上記問題を解決することのできる電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の電動パワーステアリング装置は、操舵補助力を発生するモータと、操舵トルクを求める手段と、そのモータの回転角速度を求める手段と、その求めた操舵トルクとモータ回転角速度に基づいて、その操舵トルクの変化加速度にゲインを乗じた値とそのモータの回転角加速度との和に対応する操舵角加速度対応値を求める手段と、そのゲインを調整する手段と、操舵に及ぼす慣性の影響を補償するように予め定められたモータ出力補正值と前記操舵角加速度対応値との間の関係を記憶する手段と、その求めた操舵角加速度対応値と記憶した関係に基づいて

求められるモータ出力補正值に応じて操舵補助力が補正されるように、そのモータを制御する手段とを備えることを特徴とする。

本発明によれば、操舵補助力発生用モータ等の慣性が操舵に及ぼす影響は、操舵トルクの変化加速度にゲインを乗じた値とモータの回転角加速度との和に対応する操舵角加速度対応値に応じて補償される。そのゲインは調整することができるので、その和におけるモータの回転角加速度分に対する操舵トルクの変化加速度分の割合を大きくできる。これにより、操舵方向の反転を高速で行なう場合は操舵角加速度対応値に応じたモータ出力補正值を大きくし、操舵補助力発生用モータ等の慣性の影響を正確なタイミングで補償することが可能になる。

前記モータ出力補正值の大きさの増加率は前記操舵角加速度対応値の大きさが大きい範囲では小さい範囲よりも大きくされているのが好ましい。これにより、操舵角加速度対応値の大きさが小さく慣性補償を行う必要性が小さい場合に、モータ出力補正值が過大になるのを防止し、また、操舵角加速度対応値の大きさが大きく慣性補償を行う必要性が大きい場合に、モータ出力補正值が不足するのを防止し、適正な慣性補償を行うことができる。

【0007】

【発明の実施の形態】

図1に示す電動パワーステアリング装置1は、操舵によるステアリングホイール2（操作部材）の回転を舵角が変化するように車輪3に伝達する機構を備える。本実施形態では、ステアリングホイール2の回転がステアリングシャフト4を介してピニオン5に伝達されることで、ピニオン5に噛み合うラック6が移動し、そのラック6の動きがタイロッド7やナックルアーム8を介して車輪3に伝達されることで舵角が変化する。

【0008】

ステアリングホイール2の回転を車輪3に伝達する経路に作用する操舵補助力を発生するモータ10が設けられている。本実施形態では、モータ10の出力シャフトの回転を減速ギヤ機構11を介してステアリングシャフト4に伝達することで操舵補助力を付与する。

【0009】

モータ 10 は駆動回路 21 を介してコンピュータにより構成される制御装置 20 に接続される。制御装置 20 に、ステアリングシャフト 4 により伝達される操舵トルク T を検出するトルクセンサ 22、操舵角度 θ_h を検出する舵角センサ 23、車速 V を検出する車速センサ 24、モータ 10 の端子間電圧センサ 25 およびモータ電流センサ 26 が接続される。制御装置 20 はモータ 10 の回転速度として、センサ 25、26 により検出したモータ 10 の端子間電圧とモータ電流および記憶したモータの抵抗と逆起電圧定数とから公知の演算式を用いてモータ 10 の回転角速度 ω を求める。

【0010】

制御装置 20 は、操舵補助力が運転条件に応じて変化すると共に、モータ 10 を含む操舵系における可動部の慣性が操舵に及ぼす影響を補償できるようにモータ 10 を制御する。

【0011】

図 2 は制御装置 20 によるモータ 10 の制御ブロック線図を示し、運転条件として求めた操舵トルク T と車速 V に応じてアシスト電流値 I_a がアシスト電流演算部 20a において求められる。例えば図 3 に示すように、操舵トルク T の大きさが大きくなる程に、また、車速 V が低速になる程にアシスト電流値 I_a の大きさが大きくなる関係が予め定められて制御装置 20 に記憶され、その記憶した関係と求めた操舵トルク T と車速 V からアシスト電流値 I_a が求められる。

【0012】

求められた操舵トルク T の微分値である操舵トルク変化速度 dT/dt が微分器 20b において求められる。その操舵トルク変化速度 dT/dt に定数 $1/K$ を乗じた $1/K \cdot dT/dt$ が乗算器 20c において求められる。その定数 K は、本実施形態では操舵トルク T としてステアリングシャフト 4 により伝達するトルクを検出していることから、そのトルク検出部におけるステアリングシャフト 4 のねじり剛性に対応し、そのトルク検出部をトーションバーにより連結される 2 部材により構成する場合はトーションバーのねじり剛性に対応する。

【0013】

その $1/K \cdot dT/dt$ にゲイン調整器 20d により調整されるゲイン K_g を乗

じた $K_g / K \cdot dT / dt$ が乗算器 20e において求められる。そのゲイン調整器 20d は制御装置 20 に接続され、オペレータの操作によりゲイン K_g を調整することが可能とされている。

【0014】

求められたモータ 10 の回転角速度 ω に定数 $1/N$ を乗じたピニオン角速度 ω/N が乗算器 20f において求められる。その定数 N は、本実施形態ではモータ 10 の出力を減速ギヤ機構 11 を介してステアリングシャフト 4 に伝達することから減速ギヤ機構 11 の減速比である。

【0015】

その $K_g / K \cdot dT / dt$ とピニオン角速度 ω/N の和である操舵角速度対応値 u が加算器 20g において求められる。

【0016】

その操舵角速度対応値 u の微分値である操舵角加速度対応値 du/dt が微分器 20h において求められる。 $du/dt = K_g / K \cdot d^2T/dt^2 + d\omega/dt \cdot 1/N$ であるから、操舵トルク T とモータ 10 の回転角速度に基づいて、操舵トルク T の変化加速度にゲイン K_g を乗じた値とモータ 10 の回転角加速度との和に対応する操舵角加速度対応値として、操舵角加速度対応値 du/dt が求められ、そのゲイン K_g の調整手段としてゲイン調整器 20d が設けられている。

【0017】

制御装置 20 に、操舵に及ぼす慣性の影響を補償するように予め定められたモータ出力補正值と操舵角加速度対応値 du/dt との関係が記憶されている。そのモータ出力補正值は本実施形態では補償電流値 I_c とされ、その関係は慣性の影響により操舵速度の変化時に操舵フィーリングが低下するのを防止できるように定められる。例えば図 4 において実線で示すように、操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが大きくなる程に補償電流値 I_c の大きさが直線的に大きくなる関係が予め定められて制御装置 20 に記憶される。その記憶される関係は例えばlookupアップテーブルや演算式の形で記憶される。その記憶した関係と求めた操舵角加速度対応値 du/dt に基づいて補償電流値 I_c が演算部 20i において求

められる。

【0018】

求めたアシスト電流値 I_a と補償電流値 I_c の和であるモータ 10 の目標駆動電流 I^* が加算器 20 j において求められる。制御装置 20 は、その目標駆動電流 I^* にモータ電流 I が対応するようにモータ 10 を駆動回路 21 を介してフィードバック制御する。これにより、補償電流値 I_c に応じて操舵補助力が補正されるようにモータ 10 が制御される。

【0019】

上記実施形態によれば、操舵補助力発生用モータ 10 等の慣性が操舵に及ぼす影響は、モータ 10 の回転角加速度と操舵トルク T の変化加速度にゲイン K_g を乗じた値の和に対応する操舵角加速度対応値 du/dt に応じて補償される。そのゲイン K_g はゲイン調整器 20 d により調整できるので、その和におけるモータ 10 の回転角加速度分に対する操舵トルク T の変化加速度分の割合を大きくできる。これにより、操舵方向の反転を高速で行なう場合は操舵角加速度対応値 du/dt に応じた補償電流値 I_c を大きくし、その慣性の影響を正確なタイミングで補償することが可能になる。

【0020】

上記実施形態では、図 4 において実線で示すように操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが大きくなる程に補償電流値 I_c の大きさが直線的に大きくなる。これに代わる変形例として、図 4 において 2 点鎖線で示すように、補償電流値 I_c の大きさの増加率を操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが大きい範囲では小さい範囲より大きくしてもよい。これにより、操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが小さい範囲では実施形態の場合よりも補償電流値 I_c の大きさが小さくされ、操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが大きい範囲では実施形態の場合よりも補償電流値 I_c の大きさが大きくされる。操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが零から図中 a までの範囲は、補償電流値 I_c の大きさが零に設定された不感帯である。よって、操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが小さく慣性補償を行う必要性が小さい場合に、補償電流値 I_c が過大になるのを防止し、また、操舵角加速度対応値 du/dt の大きさが大きく慣性補償を行う必要性が大

きい場合に、補償電流値 I_c が不足するのを防止し、適正な慣性補償を行うことができる。

【0021】

本発明は上記実施形態や変形例に限定されない。例えば、モータ 10 の回転角速度をエンコーダ等を用いて直接に検出してもよい。また、モータの回転角速度や回転角加速度を角速度や角加速度でなく単位時間当たり回転数や回転数変化で求めてもよい。また、ステアリングホイールの回転を舵角が変化するように車輪に伝達する機構は実施形態に限定されず、例えばステアリングホイールの回転をステアリングシャフトからリンク機構を介して車輪に伝達するものでもよい。さらに、操舵補助力発生用モータの出力の操舵系への伝達機構は操舵補助力を付与することができれば実施形態に限定されず、例えばラックと一体のボールスクリュウにねじ合わされるボールナットをモータの出力により駆動することで操舵補助力を付与してもよい。また、上記実施形態ではゲイン K_g を $1/K \cdot dT/dt$ に乗じたが、操舵トルク変化速度 dT/dt に乗じてもよく、操舵角加速度対応値が操舵トルクの変化加速度にゲインを乗じた値とモータの回転角加速度との和に対応すればよい。

【0022】

【発明の効果】

本発明の電動パワーステアリング装置によれば、操舵方向の反転を高速で行う場合においても、操舵補助力発生用モータ等の慣性が操舵に及ぼす影響を正確なタイミングで補償し、操舵フィーリングの低下を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態の電動パワーステアリング装置の構成説明図

【図2】 本発明の実施形態の電動パワーステアリング装置における操舵補助力発生用モータの制御ブロック線図

【図3】 本発明の実施形態の電動パワーステアリング装置における操舵トルクと車速とアシスト電流値との関係を示す図

【図4】 本発明の実施形態と変形例の電動パワーステアリング装置における操舵角加速度対応値と補償電流値との関係を示す図

【符号の説明】

2 ステアリングホイール

3 車輪

1 0 モータ

2 0 制御装置

2 0 d ゲイン調整器

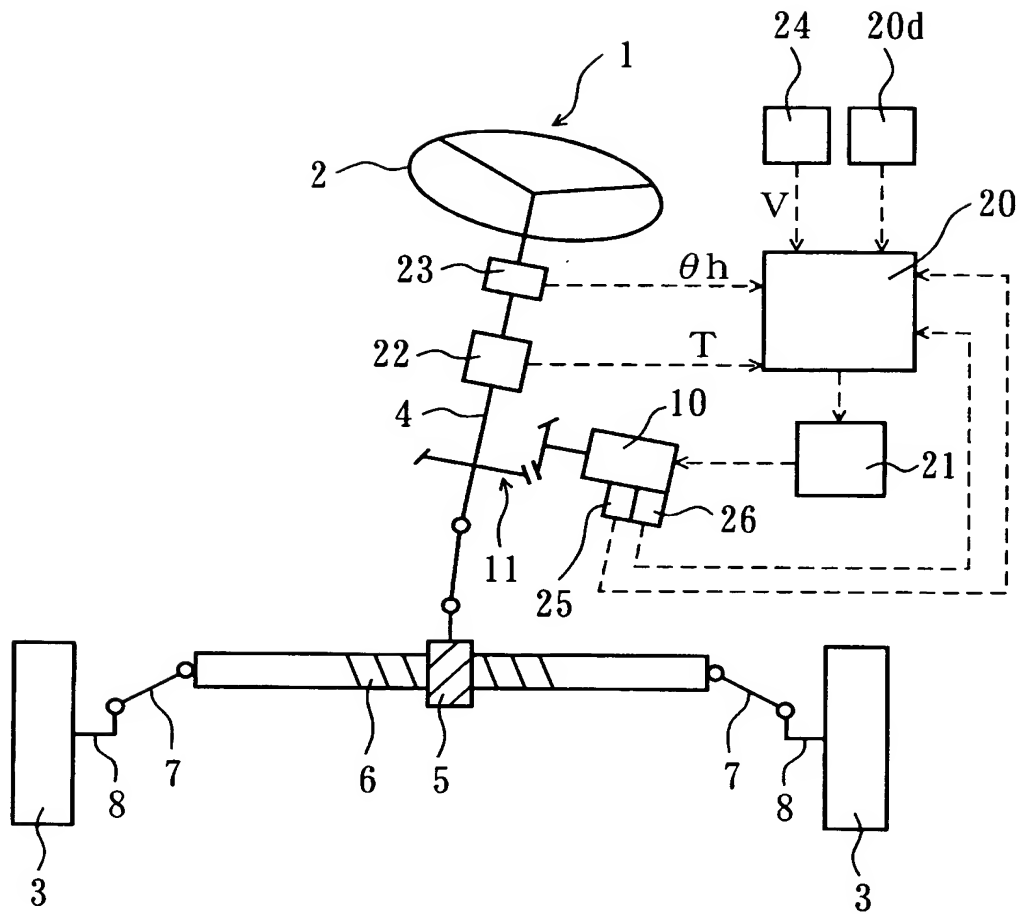
2 2 トルクセンサ

2 5 端子間電圧センサ

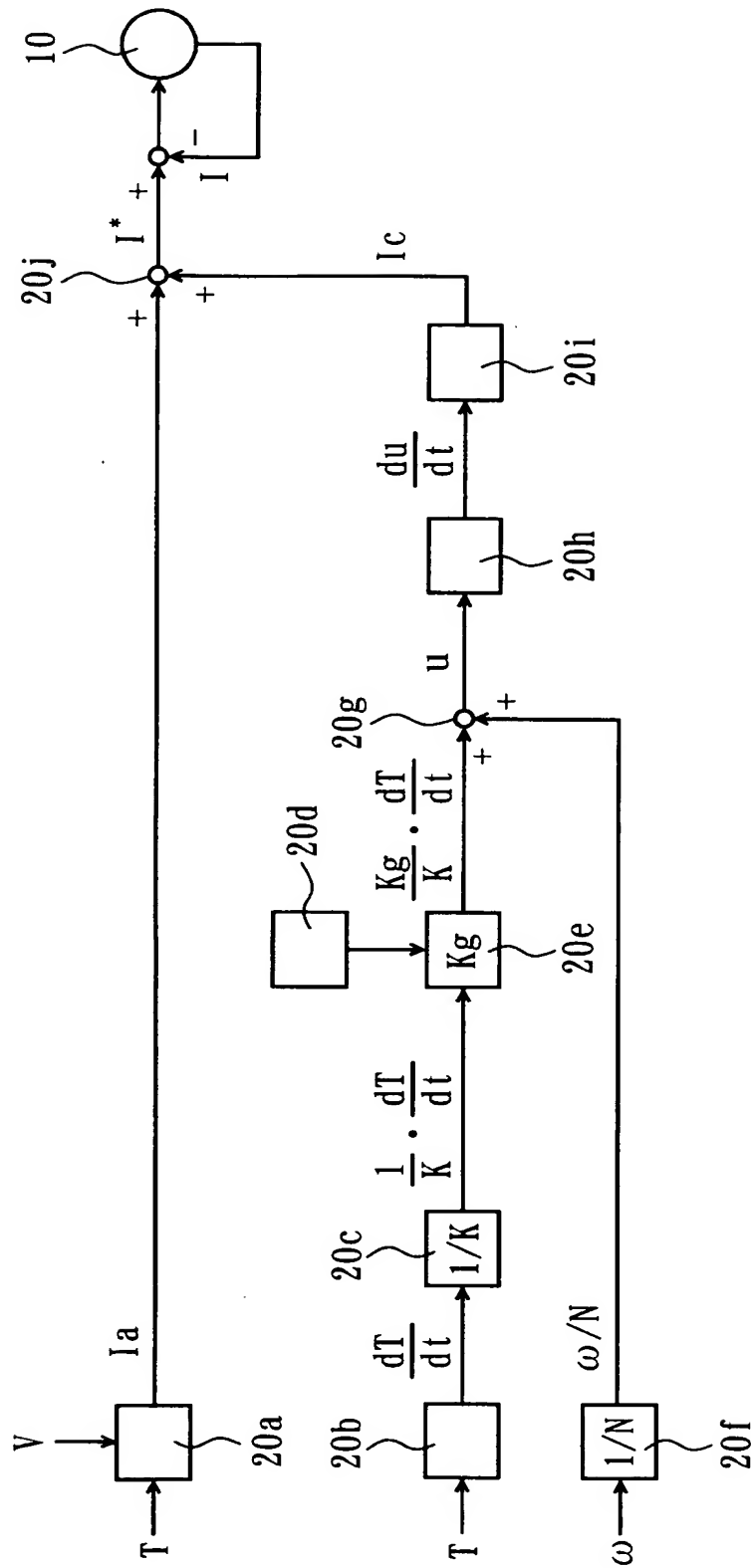
2 6 モータ電流センサ

【書類名】 図面

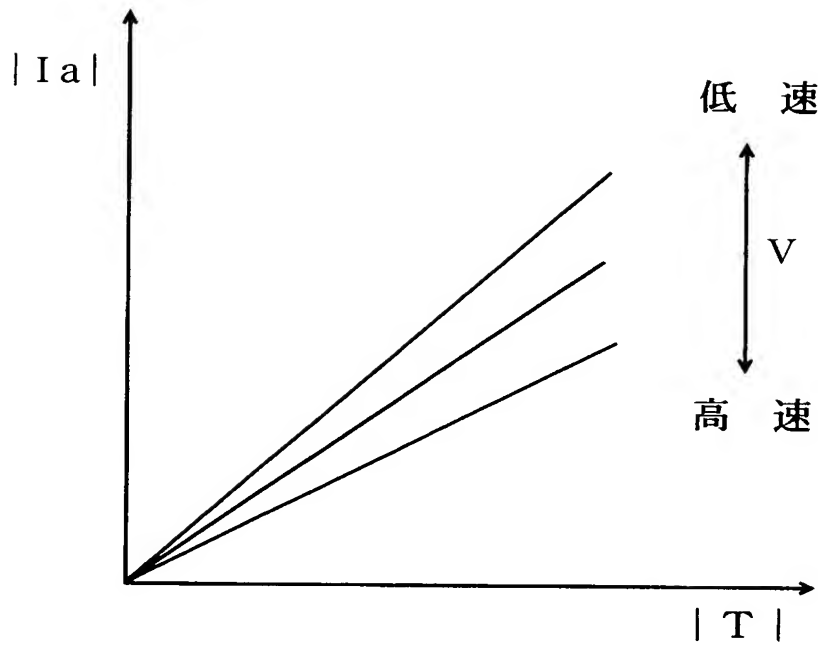
【図 1】



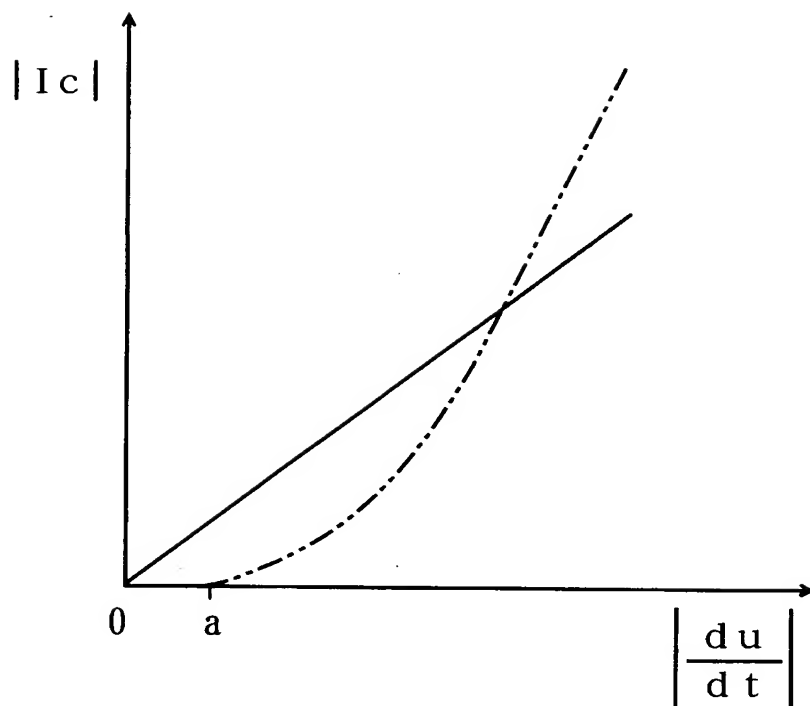
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 操舵方向の反転を高速で行う場合においても操舵補助力発生用モータ等の慣性が操舵に及ぼす影響を正確なタイミングで補償できる電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 操舵による操作部材の回転を舵角が変化するように車輪に伝達する際の操舵トルク T と、操舵補助力発生用モータ 10 の回転角速度 ω に基づいて、操舵トルクの変化加速度にゲイン K_g を乗じた値とモータ 10 の回転角加速度との和に対応する操舵角加速度対応値 $du/dt = K_g/K \cdot d^2 T/dt^2 + d\omega/dt \cdot 1/N$ を求める。そのゲイン K_g を調整する手段 20 d を備える。操舵に及ぼす慣性の影響を補償するように予め定められて記憶されたモータ出力補正值 I_c と操舵角加速度対応値 du/dt との関係と、求めた操舵角加速度対応値 du/dt に基づいて求められるモータ出力補正值 I_c に応じて操舵補助力が補正されるようにモータ 10 を制御する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 8 2 9 7 8

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 4 7]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 大 阪 市 中 央 区 南 船 場 3 丁 目 5 番 8 号

氏 名

光 洋 精 工 株 式 会 社